

13



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 698 26 786 T2 2005.02.10

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 893 590 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 698 26 786.9

(96) Europäisches Aktenzeichen: 98 113 609.6

(96) Europäischer Anmeldetag: 21.07.1998

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 27.01.1999

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 06.10.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 10.02.2005

(51) Int Cl.7: F02D 21/08

F02D 33/00, F02D 43/00

(30) Unionspriorität:

19731097

23.07.1997

JP

(73) Patentinhaber:

Mazda Motor Corp., Hiroshima, JP

(74) Vertreter:

Rechts- und Patentanwälte Lorenz Seidler Gossel,
80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

Mamiya, Kiyotaka, Higashihiroshima-shi,
Hiroshima, JP; Imada, Michihiro, Hiroshima-shi,
Hiroshima, JP; Yamauchi, Takeo, Hatsukaichi-shi,
Hiroshima, JP; Tetsuno, Masayuki, Hiroshima-shi,
Hiroshima, JP

(54) Bezeichnung: Saugluftsteuerungssystem für eine Brennkraftmaschine mit Abgasrückführungsvorrichtung

BEST AVAILABLE COPY

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Saugluftsteuerungssystem für eine Brennkraftmaschine mit Abgasrückführungssystem, welches die zurückgeführte Abgasmenge auf der Grundlage eines Vergleichs eines Luftladeverhältnisses mit einem Sollluftladeverhältnis steuert.

[0002] Um die Stickoxid(NO_x)-Emissionen aus einem Motor abzusenken ist es üblich, ein Abgasrückführungssystem einzubauen, das Abgasrückführungsanpaßmittel und Steuermittel für die Bestimmung einer entsprechend einer gewählten Stellung eines Gaspedals und eines Luftladeverhältnisses, welches durch den Druck in einer Ansaugluftleitung und eine Temperatur der Ansaugluft vorgegeben wird, aufweist, wobei das Mittel zur Anpassung der Abgasrückführung so justiert wird, daß eine Differenz zwischen einer Ist-Menge der Frischluftladung, die durch einen Luftstromsensor vorgegeben wird, und eine Sollmenge der Frischluftladung beseitigt wird. Ein solches Steuersystem ist beispielsweise aufgrund der japanischen Offenlegungsschrift Nr. 63-50544 bekannt. Dieses Steuersystem kann ebenso auf Benzinmotoren wie auf Dieselmotoren Anwendung finden. Bei einem direkt einspritzenden Typ von Benzinmotor, welcher geeignet ist, die Kraftstoffeinspritzung in einem VerdichtungsHub auszuführen, um eine ungleiche Verteilung eines Luft-/Kraftstoffgemischs um eine Zündkerze herum herzustellen, um derart eine Schichtladeverbrennung zu bewirken, wird potentiell so vorgegangen, daß während der Schichtladungsverbrennung eine große Menge von Abgas in den Motor zurückgeführt wird. In diesem Fall ist das Steuerungssystem nach dem Stand der Technik bei der Anpassung der Mengen von Frischluftladung und Abgasrückführung effektiv.

[0003] Ein weiteres Steuersystem ist beispielsweise aus der Europäischen Patentanmeldung EP 0 752 523 bekannt. Das Steuerungssystem umfaßt ein Abgasrückführungsventil zur Regulierung der in den Motor angesaugten Abgasmenge, und ein Drosselklappenventil in einer Ansaugleitung zur Steuerung einer Menge der Luftladung im Hinblick auf einen Sollwert und steuert sie, um schädliche Zusammensetzungen von Abgas dadurch zu mindern, daß eine für die Kraftstoffverbrennung geeignete Sauerstoffmenge zur Anwendung kommt. In dem Steuerungssystem wird auf der Grundlage einer Kraftstoffeinspritzmenge und einer Außenlufttemperatur eine Soll-Drosselklappenventilöffnung bestimmt, und auf der Basis einer Temperatur des rückgeführten Gases und einer Temperatur des Motorkühlwassers wird eine Soll-AGR-Ventilöffnung bestimmt.

[0004] Jedoch hat das Steuerungssystem nach dem Stand der Technik den Nachteil der Verschlechterung der Steuerbarkeit der in den Motor eingeleite-

ten Abgasmenge beispielsweise für den Fall, daß es aufgrund von Veränderungen des atmosphärischen Drucks und/oder der Temperatur zu einer Veränderung der Dichte der Ansaugluft kommt. Eine Minderung der Ansaugluftdichte, welche durch eine Veränderung des atmosphärischen Drucks und der Temperatur verursacht wird, wird begleitet von einer Minderung der Masse der Ansaugluft, wenn ein Motorbetriebszustand und/oder die Abgasrückführung unverändert bleiben. In dem Fall, bei dem die Steuerung der Abgasrückführung auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen einer Ist-Menge an Frischluftladung und einer Sollmenge an Frischluftladung bewirkt wird, kann das Mittel zur Anpassung der Abgasrückführung so gesteuert werden, daß eine aufgrund einer Abnahme der Dichte der Ansaugluft auftretende Tendenz nach unten ausgeglichen wird, falls eine Korrektur in der Weise erfolgt, daß eine Menge an Frischluftladung an die Ansaugluftdichte angepaßt wird, was jedoch durch eine Minderung des rückgeführten Abgases begleitet wird. Andererseits wird ein Ansteigen der Ansaugluftdichte von einer Zunahme an zurückgeführtem Abgas begleitet. Angesichts des Vorstehenden kommt es demzufolge zu einer Verschlechterung der Steuerung der NO_x -Emissionen und der Stabilität der Verbrennung.

[0005] Eine Aufgabe der Erfindung ist es, ein Ansaugluftsteuerungssystem für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges zu liefern, welches in zweckmäßiger Weise sowohl die Mengen von frischer Ansaugluft als auch von in den Motor zurückgeführte Abgase auch bei veränderter Ansaugluftdichte in geeigneter Weise steuert, und das demzufolge die NO_x -Emissionen in einer wünschenswerten Weise steuert.

[0006] Die vorstehende Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird durch ein Ansaugluftsteuerungssystem für eine Brennkraftmaschine mit Abgasrückführungssystem erreicht, welches Mittel zur Detektierung von Motorbetriebszustandsdetektierungsmittel umfaßt für das Detektieren von Motorbetriebszuständen aufweist, welche mindestens eine Motordrehzahl, eine Drosselklappenöffnung, eine Ansauglufttemperatur, eine Ansaugluftmenge, eine Gaspedalstellung und atmosphärischen Druck, Mittel zur Bestimmung von Soll-Drosselklappenöffnungen für die Bestimmung einer Soll-Drosselklappenöffnung einer Drosselklappe entsprechend des detektierten Motorbetriebszustandes, Mittel zur Bestimmung von Soll-AGR-Ventilöffnungen für die Bestimmung einer Soll-AGR-Ventilöffnung entsprechend dem detektierten Motorbetriebszustand sowie Steuermittel für die Steuerung variabler Luftansaugmittel umfaßt, welche eine Drosselklappe derart steuern, daß die Sollventilöffnung erreicht wird. Das Mittel zur Bestimmung der Soll-Drosselklappenöffnung berechnet aufgrund der detektierten Motordrehzahl und der detektierten Gaspedalstellung einen Sollwert des vom Motor abgege-

benen Drehmoments, bestimmt und aufgrund eines Kennfeldes, welches Basisdrosselklappenöffnungen in bezug auf Motordrehzahlen und Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments definiert einen Basisdrosselklappenöffnung entsprechend der detektierten Motordrehzahlswert den Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments und bestimmt des weiteren eine geschätzte Luftlademenge der Luftladung für die Berechnung einer Soll-Drosselklappenöffnung aufgrund der volumetrischen Effizienz, welche ihrerseits aufgrund der detektierten Motordrehzahl und der detektierten Drosselklappenöffnung aufgrund eines Kennfeldes bestimmt wird, in dem die volumetrische Effizienz in bezug auf Motordrehzahlen und Drosselklappenöffnungen definiert wird, und anschließend erfolgt eine Korrektur aufgrund der detektierten Ansauglufttemperatur und dem genannten detektierten atmosphärischen Drucks, anschließend wird die Sollmenge der Luftladung entsprechend der detektierten Motordrehzahl und dem Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments aufgrund eines Kennfeldes bestimmt, in dem Sollmengen an Luftladung in bezug auf Motordrehzahlen und Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments definiert werden, und es berechnet aufgrund eines im geschlossenen Regelkreis ermittelten Korrekturwertes, der entsprechend dem Sollwert der Luftladung und der Basisdrosselklappenöffnung und einer Differenz hinsichtlich der geschätzten Menge der Luftladung bestimmt wird, eine Soll-Drosselklappenöffnung. Die Korrektur der volumetrischen Effizienz tendiert dahin, die geschätzte Menge der Luftladung relativ zur Sollmenge der Luftladung für die Berechnung einer Soll-Drosselklappenventilöffnung in dem Maße zu mindern, wie die Ansauglufttemperatur absinkt. Das Mittel zur Bestimmung der Soll-AGR-Ventilöffnung bestimmt aufgrund eines Kennfeldes, in dem Basis-AGR-Ventilöffnungen in bezug auf Motordrehzahlen und den Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments definiert werden, entsprechend der detektierten Motordrehzahl und dem Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments eine Basis-AGR-Ventilöffnung, es bestimmt aufgrund eines Kennfeldes, in dem Sollmengen der Luftladung hinsichtlich Motordrehzahlen und des Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments definiert werden, entsprechend der detektierten Motordrehzahl und dem Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments eine Sollmenge der Luftladung zur Berechnung einer AGR-Ventilöffnung, und es berechnet im geschlossenen Regelkreis aufgrund der Basis-AGR-Ventilöffnung die Soll-AGR-Ventilöffnung sowie einen Korrekturwert, welcher entsprechend einer Differenz zwischen dem Sollwert der Luftladung und einer Luftlademenge bestimmt wird, welche aufgrund der detektierten Ansaugluftmenge berechnet wird.

[0007] Mit dem Ansaugluftsteuerungssystem wird erreicht, daß eine Steuerung der Veränderung der

AGR-Ventilöffnung aufgrund eines Abnehmens der Ansaugluftdichte infolge einer Zunahme der Ansauglufttemperatur auszugleichen, indem eine Soll-Drosselklappenöffnung korrigiert wird, um eine vergrößerte Differenz zwischen einer geschätzten Luftlademenge für die Berechnung einer Soll-Drosselklappenöffnung und einer Sollluftlademenge für die Berechnung einer Soll-Drosselklappenöffnung zu verhindern, die dadurch verursacht wird, daß es zu einem Anstieg der Temperatur des Motorkühlwassers kommt. Demzufolge erfolgt die Steuerung der Abgasrückführung mit hoher Genauigkeit. Eine ausgeprägte Wirkung der Steuerung einer Veränderung der AGR-Ventilöffnung tritt insbesondere bei dem Verbrennungsmodus im Schichtladebetrieb ein, bei dem eine große Menge Abgas zurückgeführt wird.

[0008] Dank des Ansaugluftsteuerungssystems wird selbst in dem Fall, bei dem es aufgrund einer Abnahme der Dichte der Ansaugluft infolge von Änderungen des atmosphärischen Drucks und/oder der Temperatur zu einer abnehmenden Tendenz der Ansaugluftmenge kommt, das Mittel zur variablen Luftansaugung so gesteuert, daß die der tatsächliche Wert der Ansaugluft entsprechend geregelt wird, ohne daß es durch das Abgasregulierungsmittel zu einer Auswirkung in Form der Beeinträchtigung der Steuerung der Abgasrückführung kommt, und infolgedessen wird dem Motor eine zweckdienliche Menge von Abgas zugeführt.

[0009] Die Steuerung einer Ist-Menge an Luftladung durch das Mittel zur variablen Luftansaugung kann durchgeführt werden, während das Abgasrückführungssystem das Abgasregulierungsmittel steuert. Das Ansaugluftsteuerungssystem bestimmt entsprechend den Motorbetriebszuständen eine Basisdrosselklappenöffnung für das elektrisch betätigte Drosselklappenventil und korrigiert eine Ist-Drosselklappenöffnung auf der Grundlage einer Basisdrosselklappenöffnung und einer Differenz zwischen der geschätzten Menge an Luftladung und dem Sollwert an Luftladung. Auf diese Weise wird im Falle des Auftretens einer Tendenz der Ansaugluftmenge nach oben oder nach unten aufgrund einer Veränderung der Dichte der Ansaugluft eine Öffnung der Drosselklappe so korrigiert, daß eine Ist-Menge an Luftladung eingestellt wird.

[0010] Die Luftlademenge kann auf der Basis einer Motordrehzahl und einer Drosselklappenöffnung geschätzt werden, welche Schätzung entsprechend einer Ansauglufttemperatur und dem atmosphärischen Druck um die Ansaugluftdichte korrigiert wird, was für das Mittel für variable Luftansaugung, d. h. für das elektrisch betätigte Drosselklappenventil, stets wünschenswert ist, um trotz einer Veränderung bei der Dichte der Ansaugluft eine präzisere Regelung einer Ist-Menge der Luftladung zu erreichen.

[0011] Die Basisdrosselklappenventilöffnung und eine durch das Abgasregulierungsmittel gesteuerte Abgasmenge können derart bestimmt werden, daß der Druck in der Ansaugluftleitung stromab von dem elektrisch betätigten Drosselklappenventil ungefähr gleich eingestellt wird wie der atmosphärische Druck, soweit es um Basisdrosselklappenventilöffnungen geht, die unterhalb ihrer vollständig geöffneten Stellung bzw. in einem Motorbetriebsbereich liegen, in dem die Steuerung durch das Abgasregulierungsmittel und die Steuerung durch das Mittel zur variablen Luftansaugung ausgeführt werden. In diesem Fall ist die Basisdrosselklappenventilöffnung immer kleiner als die vollständig geöffnete Stellung, dies gilt auch dann, wenn die tatsächliche Luftlademenge erhöht wird, und das Drosselklappenventil wird entsprechend gesteuert, um seine Öffnung entsprechend der Abnahme der Dichte der Ansaugluft in zunehmendem Maße zu verändern, falls die Dichte der Ansaugluft abnimmt.

[0012] Es ist nur dann wünschenswert, die Drosselklappenventilöffnung zu einer vollständig geöffneten Stellung zu führen, wenn die Ansaugluftdichte in einem Motorbetriebsbereich niedrig ist, in dem die Steuerung durch das Abgasregulierungsmittel und die Steuerung durch das Mittel zur variablen Luftansaugung ausgeführt werden und die Basisdrosselklappenventilöffnung so verändert wird, daß sie größer wird. Dies bewirkt, daß das Drosselklappenventil vollständig geöffnet wird, wenn es zu einem Zustand geringerer Ansaugluftdichte kommt, und es wird bewirkt, daß seine Öffnung verkleinert wird, wenn die Ansaugluftdichte zunimmt. Auf diese Weise verändert die Drosselklappe ihre Öffnung entsprechend den Veränderungen der Ansaugluftdichte.

[0013] Die Brennkraftmaschine kann vom Typ Motor mit direkter Kraftstoffeinspritzung sein, welcher einen Kraftstoffinjektor aufweist, welcher so gesteuert wird, daß er Kraftstoff in einem VerdichtungsHub einspritzt, um eine Schichtladeverbrennung in einem vorgegebenen Motorbetriebsbereich zu bewerkstelligen. Bei dieser Art von Brennkraftmaschinen ist es wünschenswert, die Steuerung der Abgasrückführung über das Abgasregulierungsmittel zu steuern und die Steuerung der Ansaugluft über das Mittel zur variablen Luftansaugung zumindest in dem vorgegebenen Motorbetriebsbereich zu bewirken. In diesem Fall wird in dem Motorbetriebsbereich für Schichtladeverbrennung das Luft-/Kraftstoffgemisch mager eingestellt, und es wird Abgas zurückgeführt, was zur Wirkung hat, NO_x -Emissionen abzusinken und die Kraftstoffökonomie zu verbessern.

[0014] Weitere erfindungswesentliche Merkmale gehen aus der nachfolgenden Beschreibung hervor, in der mit Bezug auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele erläutert werden. In den Zeichnungen zeigen:

[0015] Fig. 1 eine schematische Darstellung mit der Ansicht der Gesamtstruktur eines mit einem Ansaugluftsteuerungssystem entsprechend einer Ausführungsform der Erfindung ausgestatteten Motors;

[0016] Fig. 2 eine diagrammartige Darstellung, welche Motorbetriebsbereiche für verschiedene Verbrennungsmodi und Luft-/Kraftstoffgemische zeigt;

[0017] Fig. 3 ein funktionales Blockdiagramm mit der Darstellung einer Motorsteuerungseinheit;

[0018] Fig. 4 ein Flußdiagramm mit der Darstellung einer Abfolgeroutine der Abgasrückführungssteuerung, und

[0019] Fig. 5 ein Zeitdiagramm mit der Darstellung von Veränderungen bei verschiedenen gesteuerten Variablen.

[0020] Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen im einzelnen und insbesondere auf Fig. 1, welche schematisch einen Mehrzylindermotor mit Direkteinspritzung 10 zeigt, welcher mit einem Abgasrückführungssystem ausgestattet ist, das durch ein Ansaugluftsteuerungssystem nach einer Ausführungsform der Erfindung gesteuert wird, umfaßt der Motor 1 einen Zylinderblock 1a, welcher Zylinderbohrungen 12 aufweist, in denen Kolben 14 gleiten, sowie einen Zylinderkopf 1b. Ein Verbrennungsraum 15 wird in jedem Zylinder durch die Oberseite des Kolbens 14, eine untere Wand des Zylinderkopfs 1b und der Zylinderbohrung 12 gebildet. Ein Einlaßöffnung und eine Auslaßöffnung münden in den Verbrennungsraum 15 und werden zu vorbestimmten Zeitpunkten durch ein Einlaßventil 17 bzw. ein Auslaßventil 18 geöffnet und geschlossen. In jedem Zylinderkopf 1b ist eine Zündkerze 20 eingebaut, ihre Elektrode ist unten in dem Verbrennungsraum 15 platziert. Ein Kraftstoffinjektor 22 erstreckt sich von der Seite her in den Verbrennungsraum 15 und spritzt Kraftstoff direkt in den Verbrennungsraum 15 ein.

[0021] In dem Motor 1 wird Luft durch eine Einlaßleitung 24 eingeführt, welche einen Einlaßkanal 24a aufweist, der einen Luftfilter 25, einen Luftstromsensor 26, ein durch einen Elektromotor 27 angetriebenes Drosselklappenventil 28 und einen Ausgleichsbehälter 30 aufweist, die vom stromauf gelegenen Ende aus in dieser Reihenfolge angeordnet sind. Abgas wird in eine Auslaßleitung 32 abgegeben, welche einen Auslaßkanal 32a des Motors 1 aufweist. Die Auslaßleitung 32 weist einen in dem Auslaßkanal 32a angeordneten Katalysator 33 auf. Ein Abgasrückführungssystem 35 ist zwischen der Einlaßleitung 24 und der Auslaßleitung 32 angeordnet, um eine geregelte Menge Abgas in den Ansaugluftstrom einzuleiten. Das Abgasrückführungssystem 35 weist ein Abgasrückführungsventil, wie z. B. ein unterdruckmoduliertes Abgasrückführungsventil 36 (welches im fol-

genden als AGR-Ventil bezeichnet wird) auf, das in einem Abgasrückführungs kanal 35a angeordnet ist, welcher zwischen dem Einlaßkanal 24a und dem Auslaßkanal 32a angeschlossen ist. Das AGR-Ventil 36 wird durch einen Unterdruckaktuator 37 beaufschlagt, welcher mit einem Unterdruckregler 38 zusammenwirkt, der beispielsweise aus einem Paar von Leistungsmagnetventilen besteht, wie z. B. einem Unterdruckinduktionsleistungs-Magnetventil und einem atmosphärischen Induktionsmagnetventil, die jeweils Anteile eines Unterdrucks und der Atmosphäre regeln.

[0022] Der Motor 1 weist des weiteren verschiedene Sensoren auf, nämlich einen Drosselklappensensor 41 für das Detektieren eines Punktes der Drosselklappenventilöffnung, einen Drehzahlsensor 42 für das Detektieren einer Motordrehzahl, einen Gaspedalstellungssensor 43 für das Detektieren einer Stellung eines (nicht gezeigten) Gaspedals, Temperatursensoren 44 und 46 für das Detektieren von Temperaturen von Ansaugluft bzw. Motorkühlwasser, einen Drucksensor 45 für das Detektieren des atmosphärischen Drucks, einen Sauerstoff(O_2)-Sensor 47 für das Detektieren der Sauerstoffkonzentration im Abgas, wodurch ein Luft-/Kraftstoffverhältnis vorgegeben wird, und einen Ventilstellungssensor 48 für das Detektieren eines Punktes der AGR-Ventilöffnung. Ausgangssignale aus diesen Sensoren 42 bis 48 werden einem Motorsteuergerät (ECU) 50 zugeführt, welches beispielsweise aus einem programmierten Mikroprozessor besteht und verschiedene Steuerungskennfelder abspeichert. Das Motorsteuergerät 50 steuert den Kraftstoffinjektor 22, das Drosselklappenventil 28 und das AGR-Ventil 36. Insbesondere liefert das Motorsteuergerät 50 Kontrollsignale, wie z. B. ein Kraftstoffeinspritzsteuerungssignal, mit dem der Kraftstoffinjektor 22 angesteuert wird, um zu einem angesteuerten Zeitpunkt eine geregelte Kraftstoffmenge einzuspritzen, ein Drosselklappensteuerungssignal, mit dem der Elektromotor 27 das Drosselklappenventil 28 so betätigt, daß es sich bis zu einem bestimmten Punkt öffnet, und ein Rückführungsteuerungssignal, mit dem der Unterdruckregler 38 veranlaßt wird, den Unterdruckaktuator 37 derart anzusteuern, daß damit das AGR-Ventil 36 so angesteuert wird, daß eine geregelte Abgasmenge eingeleitet wird.

[0023] Fig. 2 zeigt Motorbetriebsbereiche für verschiedene Verbrennungsmodi und Luft-/Kraftstoffverhältnisse des Motors mit Direkteinspritzung. Wie gezeigt gibt es drei Motorbetriebsbereiche, nämlich einen Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1 für niedrigere Motordrehzahlen und Motorlasten und einen Bereich der Verbrennung mit homogener Ladung für höhere Motordrehzahlen und Motorlasten, welcher in zwei Bereiche unterteilt ist, nämlich einen Verbrennungsbereich einer mager-homogenen Ladung Z1 für mäßige Motordrehzahlen und Motorlasten und

einen Verbrennungsbereich mit stöchiometrisch-homogener Ladung Z2 für höhere Motordrehzahlen und Motorlasten. In dem Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1 wird Kraftstoff in einem späteren Stadium eines Verdichtungs hubs eingespritzt, was eine ungleiche Verteilung eines geschichteten Luft-/Kraftstoffgemischs um die Zündkerze 20 herum zur Wirkung hat, wobei als Ergebnis desselben eine Schichtladeverbrennung erfolgt. In diesem Fall liefert das Drosselklappenventil 28 eine große Drosselklappenöffnung, um eine große Menge Ansaugluft in den Motor 1 einzuleiten, um das gesamte Luft-/Kraftstoffgemisch signifikant auf mager, beispielsweise auf ein Luft-/Kraftstoffverhältnis von ungefähr 40, einzustellen. In den Bereichen der Verbrennung im homogenen Mager- und stöchiometrischen Betrieb Z1 und Z2 wird Kraftstoff in einem frühen Stadium eines Ansaughubs eingespritzt, was zur Wirkung hat, daß es zu einer homogenen Verteilung eines Luft-/Kraftstoffgemischs in dem gesamten Verbrennungsraum 15 kommt. Ein Luft-/Kraftstoffgemisch wird magerer eingestellt (ansonsten wird es durch ein Luftüberschußverhältnis λ größer als 1 spezifiziert) als ein stöchiometrisches Luft-/Kraftstoffgemisch ($\lambda = 1$) im Bereich der Verbrennung im Magerbetrieb Z2, und wird im Bereich der Verbrennung im stöchiometrischen Betrieb Z3 stöchiometrisch gehalten.

[0024] Fig. 3 zeigt ein funktionelles Blockdiagramm mit der Darstellung des Motorsteuerungssystems 50.

[0025] Wie gezeigt, bestimmt das Motorsteuerungssystem 50 den Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments T_{qob} auf der Grundlage einer durch den Gaspedalstellungssensor 43 detektierten Gaspedalstellung Acc und einer durch den Drehzahlsensor 42 detektierten Motordrehzahl Ne und einer am Funktionsblock 52 in den Motor 1 eingeleitete Ansaugluftmenge. Die Bestimmung erfolgt aufgrund eines Kennfeldes an Solldrehmomentwerten, welches relativ zu Motordrehzahlen und Drosselklappenöffnungen Sollmotordrehmomente vorgibt. Weiter bestimmt das Motorsteuerungssystem 50 auf der Grundlage einer Ansaugluftmenge Afs, welche in den Motor 1 eingeleitet wird und bei dem Funktionsblock 51 durch ein Ausgangssignal aus dem Luftstromsensor 26 vorgegeben wird, eine Menge an Luftladung Ce.

[0026] Das Motorsteuerungssystem 50 ist in drei Bereiche unterteilt, nämlich einen Bereich zur Steuerung der Luftladung 53, einen Bereich zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung 60 und einen Bereich zur Steuerung der Abgasrückführung 65. Der Bereich zur Steuerung der Luftladung 53 besteht aus Blöcken 54 bis 57 zur Bestimmung einer Basisdrosselklappenventilöffnung T_{vob} , einer Luftlademenge C_{eco} , welche für die Korrektur der Drosselklappenöffnung verwendet wird, einer Sollmenge an Luftladung C_{eob} und einer Ist-Drosselklappenventilöffnung T_{vo} , sowie

einen Block 58 für die Bereitstellung eines Drosselklappensteuersignals STvo. Bei Block 54 wird entsprechend einem Motorbetriebszustand eine Basisdrosselklappenventilöffnung Tvob ermittelt. Im Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1 und im Verbrennungsbereich mit magerer-homogener Ladung Z2 werden Kennfelder mit Basisdrosselklappenventilöffnungssteuerung, die die Basisdrosselklappenventilöffnungen Tvob relativ zu Motordrehzahlen Ne und zum Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments Trqob spezifizieren, verwendet. Im Bereich der Verbrennung im homogenen stöchiometrischen Betrieb Z3 wird eine Basisdrosselklappenventilöffnung Tvob so bestimmt, daß sie zu einer Gaspedalstellung Acc proportional ist. Im Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1 wird einerseits die Basisdrosselklappenventilöffnung Tvob so festgelegt, daß sie ausreichend groß ist, damit ein Luft-/Kraftstoffgemisch signifikant mager ist, andererseits erfolgt eine Fixierung auf eine Position, die kleiner ist als ihre Position der vollständigen Öffnung und in der der Druck des Luftstroms im Einlaßkanal 24a in der Nähe des Motors 1 trotz Veränderungen bei der Motorlast während der Ausführung der Steuerung der Abgasrückführung ungefähr gleich oder in wünschbarer Weise etwas höher ist als der atmosphärische Druck. Jedoch kann die Basisdrosselklappenventilöffnung Tvob erhöht werden, wenn in einem Motorbetriebsbereich entsprechend einer Erhöhung der Menge der Abgasrückführung die Basis-AGR-Ventilöffnung Pegrb (welche später beschrieben wird) verändert wird. Bei Block 55 bestimmt der Bereich für die Steuerung der Luftladung 53 eine Menge an Luftladung Ceest, welche unter der Voraussetzung geschätzt wird, daß sichergestellt ist, daß in den Motor 1 kein Abgas eingeleitet wird. Die Schätzung der Menge an Luftladung Ceest (Luftladung ohne AGR) erfolgt durch Beeinflussung der volumetrischen Effizienz, die durch eine aktuelle Motordrehzahl Ne und eine aktuelle Drosselklappenventilöffnung Tvo vorgegeben wird, wobei abhängig von einer Einlaßlufttemperatur Tha und dem atmosphärischen Druck Atp eine Korrektur der Einlaßluftdichte erfolgt. Die volumetrischen Effizienzen werden in einem Kennfeld vorgegeben, und zwar jeweils relativ zur Motordrehzahl Ne und zur Drosselklappenventilöffnung Tvo. Bei Block 56 findet der Bereich zur Steuerung der Luftladung 53 einen Sollwert an Luftladung Ceob für Bedingungen vor, bei denen kein Abgas in den Motor 1 eingeleitet wird. Sollwerte an Luftladung Ceob werden relativ zu Motordrehzahlen Ne und abgegebenem Motordrehmoment Trqob in einem Kennfeld vorgegeben. Das Kennfeld spezifiziert Mengen an Luftladung relativ zu Motordrehzahlen und abgegebenem Motordrehmoment, welche unter bestimmten Bedingungen bei Unterbrechung der Abgasrückführung durch einen Test am Prüfstand bei variierenden Drosselklappenventilöffnungen ermittelt werden. Des weiteren bestimmt der Bereich zur Steuerung der Luftladung 53 eine Solldrosselklappenventilöffnung Tvoob auf der Grundlage

der Basisdrosselklappenventilöffnung Tvob und einer Feedback-Korrektur der Menge der Luftladung Ctfb entsprechend einer Differenz zwischen dem Sollwert der Luftladung Ceob und der geschätzten Menge an Luftladung Ceest bei Block 57 und liefert bei Block 58 ein Steuersignal für den Antrieb des Elektromotors 27 zur Öffnung des Drosselklappenventils 28 bis zur Solldrosselklappenventilöffnung Tvoob.

[0027] Der Bereich zur Steuerung der Kraftstoffeinspritzung 60 bestimmt ein Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis entsprechend den aktuellen Motorbetriebszuständen bei Block 61. In diesem Fall gibt ein Kennfeld für den Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1 Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnisse A/Fob relativ zu Motordrehzahlen Ne und abgegebene Sollmotordrehmomente Trqob vor, und ein Kennfeld für den Verbrennungsbereich mit magerer-homogener Ladung spezifiziert Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnisse A/Fob relativ zu Motordrehzahlen Ne und zu Mengen an Luftladungen Ce. Jedoch wird bei 14.7 für den Verbrennungsbereich mit stöchiometrischer-homogener Ladung Z3 ein Soll-Luft-/Kraftstoffverhältnis A/Fob festgelegt.

[0028] Der Bereich für die Steuerung der Abgasrückführung 65 bestimmt entsprechend den Motorbetriebszuständen bei den Blöcken 66 bzw. 67 eine Basis-AGR-Ventilöffnung Pegrb des AGR-Ventils 36 sowie Zuständen einen Sollmenge an Luftladung Ceob während der Durchführung der Abgasrückführungssteuerung (AGR-Luftladung an) entsprechend den Motorbetriebsbedingungen. Ein Kennfeld für den Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1 spezifiziert Basis-AGR-Ventilöffnungen Pegrb relativ zu Motordrehzahlen Ne und abgegebenem Soll-Motordrehmoment Trqob, und ein Kennfeld für den Verbrennungsbereich mit stöchiometrischer-homogener Ladung Z3 spezifiziert Basis-AGR-Ventilöffnungen Pegrb relativ zu Motordrehzahlen Ne und Mengen an Luftladungen Ce. Jedoch wird das AGR-Ventil 36 im Bereich der Verbrennung im homogenen Magerbetrieb Z2 geschlossen gehalten, weil, wenn Abgas in den Bereich der Verbrennung im homogenen Magerbetrieb Z2 zurückgeführt wird, es leicht zu einer Verschlechterung der Stabilität der Verbrennung kommen kann. Analog spezifizieren Kennfelder für sowohl den Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1 als auch den Bereich der Verbrennung im homogenen stöchiometrischen Betrieb Z3 Sollmengen der Luftladung Ceob relativ zu Motordrehzahlen Ne und zum Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments Trqob. Des weiteren wird eine Soll-AGR-Ventilöffnung Pegrob auf der Grundlage der Basis-AGR-Ventilöffnung Pegrb und einer Feedback-Korrektur der AGR-Ventilöffnung Pegrb zur Berücksichtigung einer Differenz zwischen der Sollmenge der Luftladung Ceob und der Menge der Luftladung Ce bestimmt, welche durch eine Ansaugluftmenge Afs vorgegeben wird, die bei Block 68 durch

den Luftmengensensor 26 detektiert wird, und es wird bei Block 69 ein Steuersignal für die Ansteuerung des Unterdruckreglers 38 abgegeben, um einen Unterdruck des Aktuators 37 derart zu regulieren, daß das AGR-Ventil 36 die Soll-AGR-Ventilöffnung Pegrob erreicht.

[0029] Fig. 4 zeigt ein Flußdiagramm mit der Darstellung einer Abfolgeroutine der Steuerung des Motors 1 während der Ausführung der Steuerung des Abgasrückführung im Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1. Steuerungen, die im Verbrennungsbereich Z2 mit magerer-homogener Ladung oder im Verbrennungsbereich mit stöchiometrischer-homogener Ladung Z3 oder bei Motorbetriebszuständen ausgeführt werden, die keine Abgasrückführung erfordern, werden in dem Flußdiagramm weggelassen.

[0030] Wenn die Flußdiagrammlogik beginnt, geht wie gezeigt, die Steuerung direkt zum Schritt S1, wo verschiedene Steuerparameter detektiert werden. Anschließend bzw. nach Festlegung einer aktuellen Menge an Luftladung Ce durch Berechnen einer Funktion f1 einer Motordrehzahl Ne und einer Luftladung mengeAfs, welche aufgrund der Dichte der Ansaugluft entsprechend der Temperatur der Ansaugluft Tha und dem atmosphärischen Druck Atp bei Schritt S2 und eines abgegebenen Solldrehmoments Trqob auf der Grundlage der Motordrehzahl Ne und einer Gaspedalstellung Acc bei Schritt S3 entsprechend korrigiert wird, erfolgt im Schritt S4 eine Entscheidung, ob der Motor im Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1 arbeitet. Wenn der Motor im Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1 arbeitet, wird nach Bestimmung einer Basisdrosselklappenventilöffnung Tvob und einer Menge an Luftladung ohne AGR Ceob, beides auf der Grundlage der Motordrehzahl Ne und des abgegebenen Solldrehmoments Trqob, in den Schritten S5 bzw. S6 dadurch eine Menge an Luftladung Ceest geschätzt, daß aufgrund der entsprechend der Temperatur der Ansaugluft Tha und des atmosphärischen Drucks Atp korrigierten Dichte der Ansaugluft eine Funktion f2 der Motordrehzahl Ne und der Drosselklappenventilöffnung Tvo bei Schritt S7 entsprechend korrigiert berechnet wird. Des weiteren wird eine Feedback-Korrektur der Drosselklappenventilöffnung Tvofb beispielsweise durch PID-Steuerung dadurch bestimmt, daß im Schritt S8 eine Funktion f3 der Sollmenge an Luftladung Ceob und einer geschätzten Menge an Luftladung Ceest berechnet wird. Anschließend wird im Schritt S9 eine Solldrosselklappenventilöffnung Tvoob durch Berechnen des folgenden Ausdrucks bestimmt:

$$Tvoob = Tvob \times (1 + Tvofb)$$

[0031] Anschließend wird im Schritt S10 eine Entscheidung getroffen, ob die Voraussetzung für die

Durchführung einer Abgasrückführungssteuerung gegeben ist, welche eine bestimmte Temperatur des Motorkühlwassers einschließt. Wenn die AGR-Voraussetzung erfüllt ist, wird nach Bestimmung einer Basis-AGR-Ventilöffnung Pegrb und einer Sollmenge an Luftladung mit AGR Ceob, beides jeweils auf der Grundlage von Motordrehzahl Ne und des abgegebenen Solldrehmoments Trqob, in den Schritten S11 bzw. S12 eine Feedback-Korrektur der AGR-Ventilöffnung Pegrb beispielsweise durch PID-Steuerung in der Weise bestimmt, daß im Schritt S13 eine Funktion f4 der Menge an Luftladung Ce und der Sollmenge an Luftladung mit AGR Ceob berechnet wird. Anschließend wird im Schritt S14 eine Soll-AGR-Ventilöffnung Pegrob durch Berechnung des folgenden Ausdrucks bestimmt:

$$Pegrob = Pegrb + Pegrbf$$

[0032] Schließlich wird im Schritt S15 das AGR-Ventil 36 auf der Grundlage der Soll-AGR-Ventilöffnung Pegrob und der aktuellen EGR-Ventilöffnung Pegr im geschlossenen Regelkreis geregelt. Insbesondere werden Laststeuersignale Tegrv und Tegra, die als Funktionen f5 und f6 der Soll-AGR-Ventilöffnung Pegrob und der aktuellen AGR-Ventilöffnung Pegr erhalten werden, für das unterdruckgesteuerte Leistungsmagnetventil bzw. das atmosphärisch gesteuerte Magnetventil des Unterdruckreglers 38 bereitgestellt.

[0033] Mit dem Ansaugluftsteuersystem nach einer Ausführungsform der Erfindung wird im Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1, wenn das Drosselklappenventil 28 eine relativ große Öffnung bereithält, Kraftstoff in den Verbrennungsraum 15 in einem späteren Stadium des Verdichtungshubs eingespritzt, was eine ungleichmäßige Verteilung eines geschichteten Luft-/Kraftstoffgemisch mit einem zweckdienlichen Luft-/Kraftstoffverhältnis um die Zündkerze 20 herum zur Folge hat. Als Ergebnis wird das Luft-/Kraftstoffgemisch im gesamten Verbrennungsraum signifikant abgemagert, was zu gesicherter Brennbarkeit führt, was für die Kraftstoffökonomie stets wünschenswert ist. Darüber hinaus kann im Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1 eine große Menge Abgas in den Motor 1 eingeleitet werden, und infolgedessen wird eine signifikante Minderung der NO_x-Emissionen erhalten.

[0034] Für den Fall, daß im Motor eine Veränderung des Motorbetriebszustandes oder des Sollwertes des vom Motor abgegebenen Drehmoments eintritt, während im Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1 gearbeitet wird, werden sich Parameter, wie z. B. die Luftlademenge, eine Drosselklappenventilöffnung Tvo und eine AGR-Ventilöffnung Pegr, wie in den Fig. 5C bis 5F gezeigt, verändern. Wie gezeigt, wird, wenn eine ansteigende Kühlwassertemperatur Tha, die eine Veränderung der Motorbetriebszuständen

darstellt, eintritt, während gleichzeitig eine Tendenz zum Absinken der geschätzten Menge an Luftladung ohne AGR Ceest im Vergleich zu einer Sollmenge an Luftladung Ceob vorliegt, weil es zu einem Abfall der Ansaugluftdichte kam, diese Tendenz dadurch korrigiert, daß eine Feedback-Korrektur der Drosselklappenventilöffnung Tvo**fb** erfolgt, welche den Abfall der Ansaugluftdichte korrigiert. Eine Tendenz zur Abnahme der Luftladung mit AGR aufgrund eines Abfalls der Ansaugluftdichte wird dadurch korrigiert, daß eine Feedback-Korrektur der Drosselklappenventilöffnung Tvo**fb** erfolgt, und demzufolge wird eine AGR-Ventilöffnung Pegr, die aufgrund einer Differenz zwischen einer Sollmenge an Luftladung Ceob und einer Menge an Luftladung ohne AGR Ce gesteuert wird, ungefähr die bei einem festen Punkt gehalten. Während bei der Ansaugluftsteuerung nach dem Stand der Technik eine Tendenz abnehmender Luftladung aufgrund eines Abfalls der Ansaugluftdichte von einer Minderung des in den Motor eingeleitete Abgases begleitet wird, da die Ausführung der Abgasrückführung als Reaktion auf den Rückgang der Luftladung erfolgt, umfaßt dagegen das erfindungsgemäße Ansaugluftsteuerungssystem eine Feedback-Korrektur der Drosselklappenventilöffnung, mit der die Tendenz zur Abnahme der Luftladung aufgrund eines Abfalls der Ansaugluftdichte korrigiert wird, und sowohl die Mengen der Luftladung als auch der Abgasrückführung entsprechend in wünschenswerter Weise geregelt werden. Insbesondere bleibt im Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1, bei dem eine große Menge an Abgas in den Motor 1 eingeleitet wird, das Drosselklappenventil 28 relativ weit geöffnet, und es hält einen relativ geringen Unterdruck in der Ansaugleitung, und es kommt aufgrund von Veränderungen der Ansaugluftdichte zu Schwankungen bei der Menge des in den Motor 1 eingeleiteten Abgases. Da jedoch das erfindungsgemäße Ansaugluftsteuerungssystem die Drosselklappe so steuert, daß sie ihre Öffnung entsprechend Veränderungen der Ansaugluftdichte ändert, bevor die Steuerung der Abgasrückführung entsprechend der Mengen der Luftladung erfolgt, wird die Abgasrückführungssteuerung mit höherer Präzision ausgeführt. Während darüber hinaus die Basisdrosselklappenventilöffnung Tvo**b** jeweils so groß wie möglich, jedoch an einem Punkt unterhalb der vollständigen Öffnung eingestellt wird, werden die Mengen der Abgasrückführung und der Luftladung dadurch geregelt, daß die Basis-AGR-Ventilöffnung Pegr**b** und die Basisdrosselklappenventilöffnung Tvo**b** als Reaktion auf das Eintreten einer Veränderung des Sollwerts des vom Motor abgegebenen Drehmoments Trqob variiert werden. Das heißt, wenn der Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments Trqob angestiegen ist, während die Basis-AGR-Ventilöffnung Pegr**b** erhöht wird, um die Menge der Abgasrückführung zu erhöhen und damit eine Zunahme an NO_x-Emissionen zu begrenzen, wird die Basisdrosselklappenventilöffnung Tvo**b** um einen Wert vergrößert,

welcher der erhöhten Menge an Abgasrückführung entspricht, und der Sollwert an Luftladung ohne AGR Ceob wird entsprechend der Zunahme bei der Basisdrosselklappenventilöffnung Tvo**b** erhöht. Die Soll-AGR-Ventilöffnung Pegr**b** und die Solldrosselklappenventilöffnung Tvo**b** werden im geschlossenen Regelkreis geregelt, um diese bei Veränderungen der Basis-AGR-Ventilöffnung Pegr**b** und der Basisdrosselklappenventilöffnung Tvo**b** zu variieren. Wenn demzufolge die Menge der Abgasrückführung in dem Maße erhöht wird, wie die EGR-Ventilöffnung Pegr zunimmt, wird die Drosselklappenventilöffnung Tvo um die gesteigerte Abgasrückführung vergrößert, und infolgedessen wird ständig eine zweckdienliche Menge der Luftladung bereitgestellt.

[0035] Da, wie oben beschrieben, während das Ansaugluftsteuerungssystem sowohl die Basis-AGR-Ventilöffnung Pegr**b** als auch die Basisdrosselklappenventilöffnung Tvo**b** im Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1 größer einstellt, die Basisdrosselklappenventilöffnung Tvo**b** auf einen Punkt unterhalb der vollständigen Öffnung begrenzt ist, ist es möglich, eine Drosselklappenventilöffnung Tvo dann größer einzustellen, wenn es zu einem Abfall der Ladeluftdichte kommt.

[0036] Die Basisdrosselklappenventilöffnung Tvo**b** kann so vorbestimmt werden, daß eine Korrektur der Drosselklappenventilöffnung des Drosselklappenventils 28 zu einer vollständigen Öffnung führt, wenn es zu einer Abnahme der Ladeluftdichte im Verbrennungsbereich mit Schichtladung Z1 kommt. Das Drosselklappenventil 28 mit Motorantrieb als Mittel zur Variation der Luftladung kann beispielsweise durch ein Leerlaufregelventil ersetzt werden, das in einer das Drosselklappenventil 28 umgehenden Leitung angeordnet ist. Wenn angenommen wird, daß eine bestimmte Menge an Abgas in dem Zustand eingeleitet wird, bei dem die ladeluftmengenabhängige Regelung der Abgasrückführung unterbrochen wird, können in diesem Zustand anstelle der geschätzten Menge an Luftladung ohne AGR Ceest und der Sollmenge an Luftladung ohne AGR Ceob eine Ladeluftmenge und eine Solladeluftmenge erhalten werden.

Patentansprüche

1. Saugluftsteuerungssystem für einen mit einem Abgasrückführungssystem (35) versehenen Motor zur Durchführung der Steuerung von Mitteln zur Abgasregelung (36, 37, 38), welches Saugluftsteuerungssystem Mittel zur Detektierung von Motorbetriebsbedingungen (41, 42, 43, 44, 45, 46) für das Detektieren eines Motorbetriebszustandes aufweist, welcher mindestens eine Motordrehzahl (Ne), eine Drosselklappenventilöffnung (Tvo), eine Ansauglufttemperatur (Tha), eine Menge an Ansaugluft (Afs), eine Gaspedalstellung (Acc) und einen atmosphärischen Druck (Atp) umfaßt, wobei das Saugluftsteuer-

rungssystem des weiteren Mittel zur Bestimmung der Solldrosselklappenventilöffnung (50, 57) für die Bestimmung einer Sollventilöffnung (Tvoob) eines Drosselklappenventils (28) aufgrund des genannten Motorbetriebszustandes, Mittel zur Bestimmung einer Soll-AGR-Ventilöffnung (50, 68) für die Bestimmung eines Sollwertes der Ventilöffnung (Pegrob) eines AGR-Ventils (36) entsprechend dem genannten Motorbetriebszustand und Steuerungsmittel (50, 53) zur Steuerung von Mitteln für variable Luftansaugung aufweist, welche ein Drosselklappenventil (27, 28) für die Steuerung des genannten Drosselklappenventils (28) zur Annäherung an den genannten Sollwert der Ventilöffnung (Tvoob) und des genannten AGR-Ventils (36) zur Annäherung an den genannten Sollwert (Pegrob) umfassen, **dadurch gekennzeichnet**, daß das genannte Mittel zur Bestimmung der Solldrosselklappenventilöffnung (50, 57) aufgrund der genannten detektierten Motordrehzahl (Ne) und der genannten detektierten Gaspedalstellung (Acc) eine Berechnung eines Sollwertes des vom Motor abgegebenen Drehmoments (Trqob) ausführt, aufgrund eines Kennfeldes, das Basisdrosselklappenventilöffnungen relativ zu Motordrehzahlen und zum Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments definiert, entsprechend der genannten Motordrehzahl (Ne) und dem genannten vom Motor abgegebenen Drehmoment (Trqob) eine Basisdrosselklappenventilöffnung (Tvob) bestimmt, aufgrund volumetrischer Effizienz, die entsprechend der genannten detektierten Motordrehzahl (Ne) und der genannten detektierten Drosselklappenventilöffnung (Tvo) aufgrund eines Kennfeldes bestimmt wird, das die volumetrische Effizienz relativ zu Motordrehzahlen und Drosselklappenventilöffnungen definiert, eine geschätzte Menge der Luftladung (Ceest) zur Berechnung einer Solldrosselklappenventilöffnung ermittelt, welche Menge entsprechend der genannten detektierten Ansauglufttemperatur (Tha) und dem genannten detektierten atmosphärischen Druck (Atp) korrigiert wird, welche Korrektur die Tendenz hat, die genannte geschätzte Menge der Luftladung relativ zu einer Sollmenge der Luftladung (Ceob) für die Berechnung einer Solldrosselklappenventilöffnung in dem Maße zu mindern, wie die genannte Ansauglufttemperatur sinkt, aufgrund eines Kennfeldes, welches die Sollmengen an Luftladung relativ zur Motordrehzahl und zum Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments definiert, entsprechend der genannten detektierten Motordrehzahl (Ne) und dem genannten Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments (Trqob) die genannte Sollmenge an Luftladung (Ceob) bestimmt und aufgrund eines Feedback-Korrekturwertes (Ctfb), welcher entsprechend einer Differenz zwischen der genannten geschätzten Menge der Luftladung (Ceest) und der genannten Sollmenge der Luftladung (Ceob) sowie der genannten Basisdrosselklappenventilöffnung (Tvob) ermittelt wird, die genannte Sollventilöffnung (Tvoob) des genannten Drosselklappenventils (28) berechnet; und dadurch,

daß das genannte Mittel zur Bestimmung der Soll-AGR-Ventilöffnung (50, 68) aufgrund eines Kennfeldes, welches Basis-AGR-Ventilöffnungen relativ zu Motordrehzahlen und zum Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments definiert, entsprechend der genannten detektierten Motordrehzahl (Ne) und dem genannten Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoment (Trqob) eine Bestimmung einer Basis-AGR-Ventilöffnung (Pegrb) des genannten AGR-Ventils (36) ausführt, ferner aufgrund eines Kennfeldes, das die Sollmenge der Luftladung relativ zu Motordrehzahlen und zum Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments definiert, entsprechend der genannten detektierten Motordrehzahl (Ne) und dem genannten Sollwert des vom Motor abgegebenen Drehmoments (Trqob) die Bestimmung einer Sollmenge der Luftladung (Ceob) für die Berechnung einer AGR-Ventilöffnung ausführt, und des weiteren aufgrund der genannten Basisventilöffnung (Pegrb) des genannten AGR-Ventils (36) eine Berechnung des Sollwertes der genannten Ventilöffnung (Pegrob) des genannten AGR-Ventils (36) und eines Feedback-Korrekturwertes (Pegrb) ausführt, welcher entsprechend einer Differenz zwischen der genannten Sollmenge der Luftladung (Ceob) und einer entsprechend der genannten detektierten Menge an Ansaugluft (Afs) berechneten Menge der Luftladung (Ce) ermittelt wird.

2. Saugluftsteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Steuerungsmittel (50, 53) die Steuerung der genannten Menge der Luftladung mit dem genannten Mittel für variable Luftansaugung (27, 28) durchführt, während das genannte Abgasrückführungssystem (35) die genannte Steuerung des genannten Mittels zur Abgasregelung (36, 37, 38) ausführt.

3. Saugluftsteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Mittel für variable Luftansaugung (27, 28) ein elektrisch betätigtes Drosselklappenventil aufweist.

4. Saugluftsteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Basisdrosselklappenventilöffnung und eine durch das genannte Mittel zur Abgasregelung (36, 37, 38) geregelte Abgasmenge so eingestellt werden, daß in einem Motorbetriebsbereich, in dem die genannte Steuerung des Mittels zur Abgasregelung (36, 37, 38) und die genannte Steuerung des genannten Mittels für variable Luftansaugung (27, 28) durchgeführt werden, der Druck in einem Ansaugluftkanal (24a) stromab vom genannten Mittel für variable Luftansaugung (27, 28) ungefähr auf die gleiche Höhe eingestellt wird, wie der atmosphärische Druck, soweit die genannte Basisdrosselklappenventilöffnung kleiner ist als die genannte vollständig geöffnete Stellung.

5. Saugluftsteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Drosselklappenventilöffnung nur dann in eine vollständig geöffnete Stellung gebracht wird, wenn die Ansaugluft-dichte in einem Motorbetriebsbereich, in dem die genannte Steuerung des Mittels zur Abgasregelung (36, 37, 38) und die genannte Steuerung des genannten Mittels für variable Luftansaugung (27, 28) ausgeführt werden, gering ist und die genannte Basisdrosselklappenventilöffnung groß eingestellt wird.

6. Saugluftsteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Motor ein Motor mit Direkteinspritzung ist, welcher einen Kraftstoffinjektor (22) aufweist, der so gesteuert wird, daß er in einem VerdichtungsHub derart Kraftstoff einspritzt, daß in einem vorgegebenen Motorbetriebsbereich ein geschichtetes Luft-/Kraftstoffgemisch geschaffen wird und daß die genannte Steuerung der Abgasrückführung durch das genannte Mittel zur Abgasregelung (36, 37, 38) und die genannte Steuerung der Ansaugluft durch das Mittel für variable Luftansaugung (27, 28) zumindest in dem genannten vorbestimmten Motorbetriebsbereich ausgeführt werden.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen.

FIG. 2

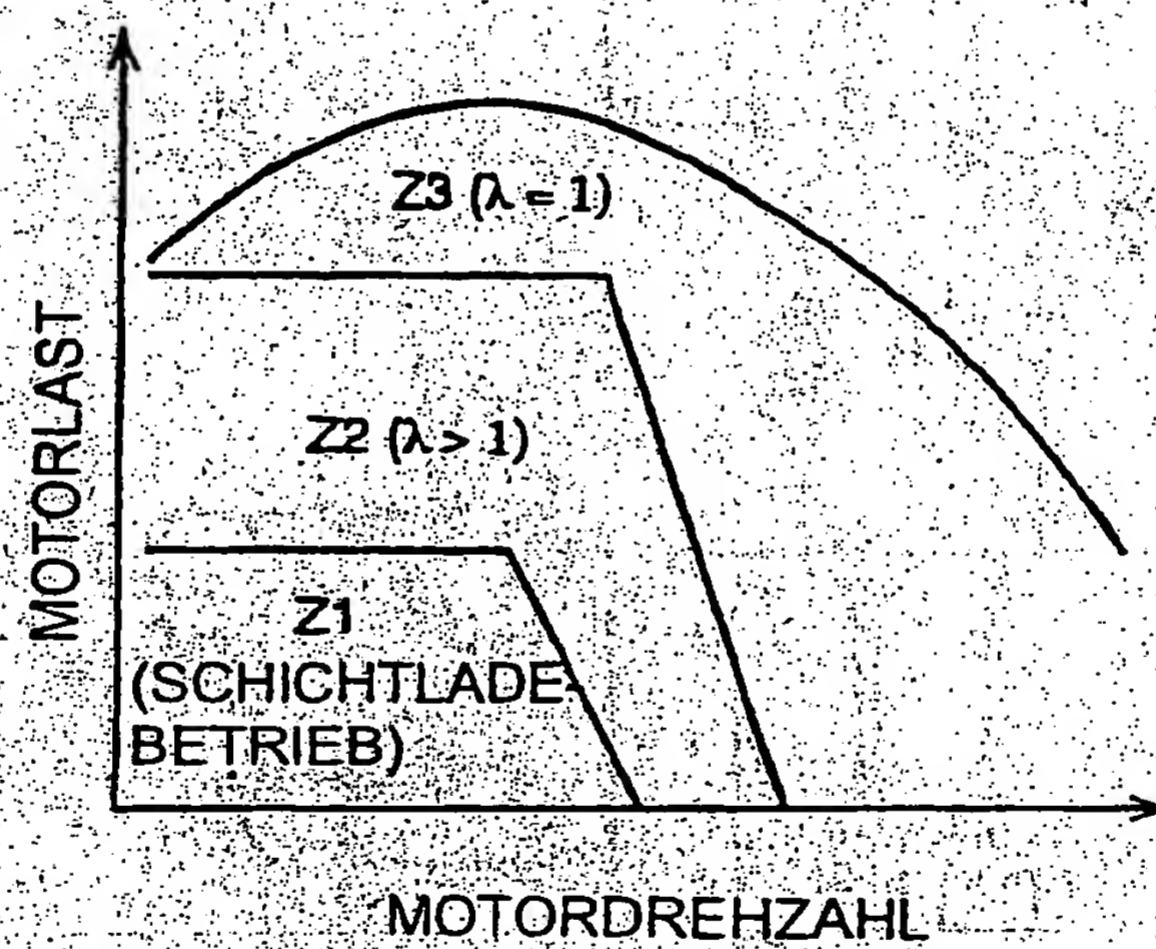


FIG. 3

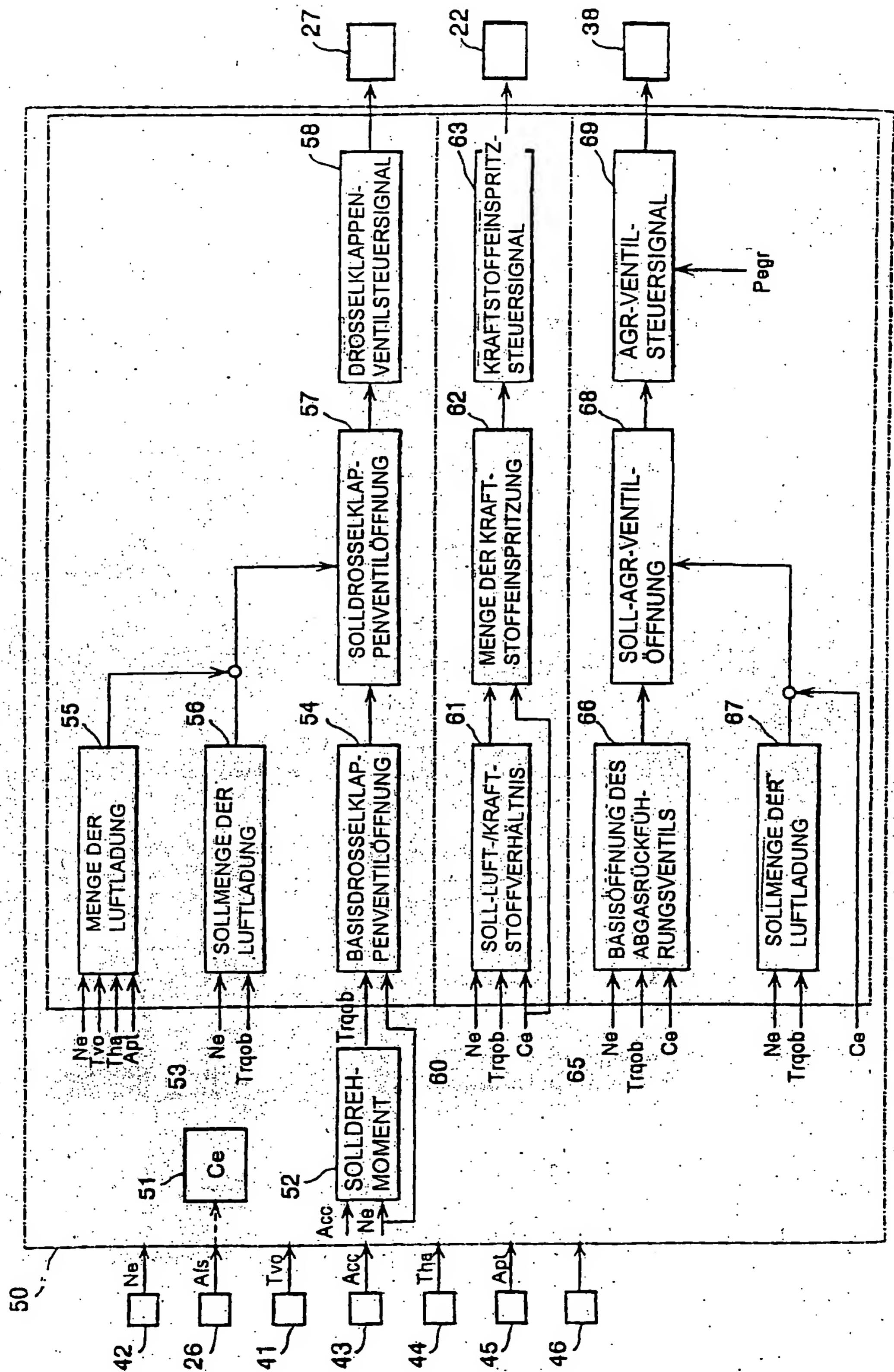


FIG. 4

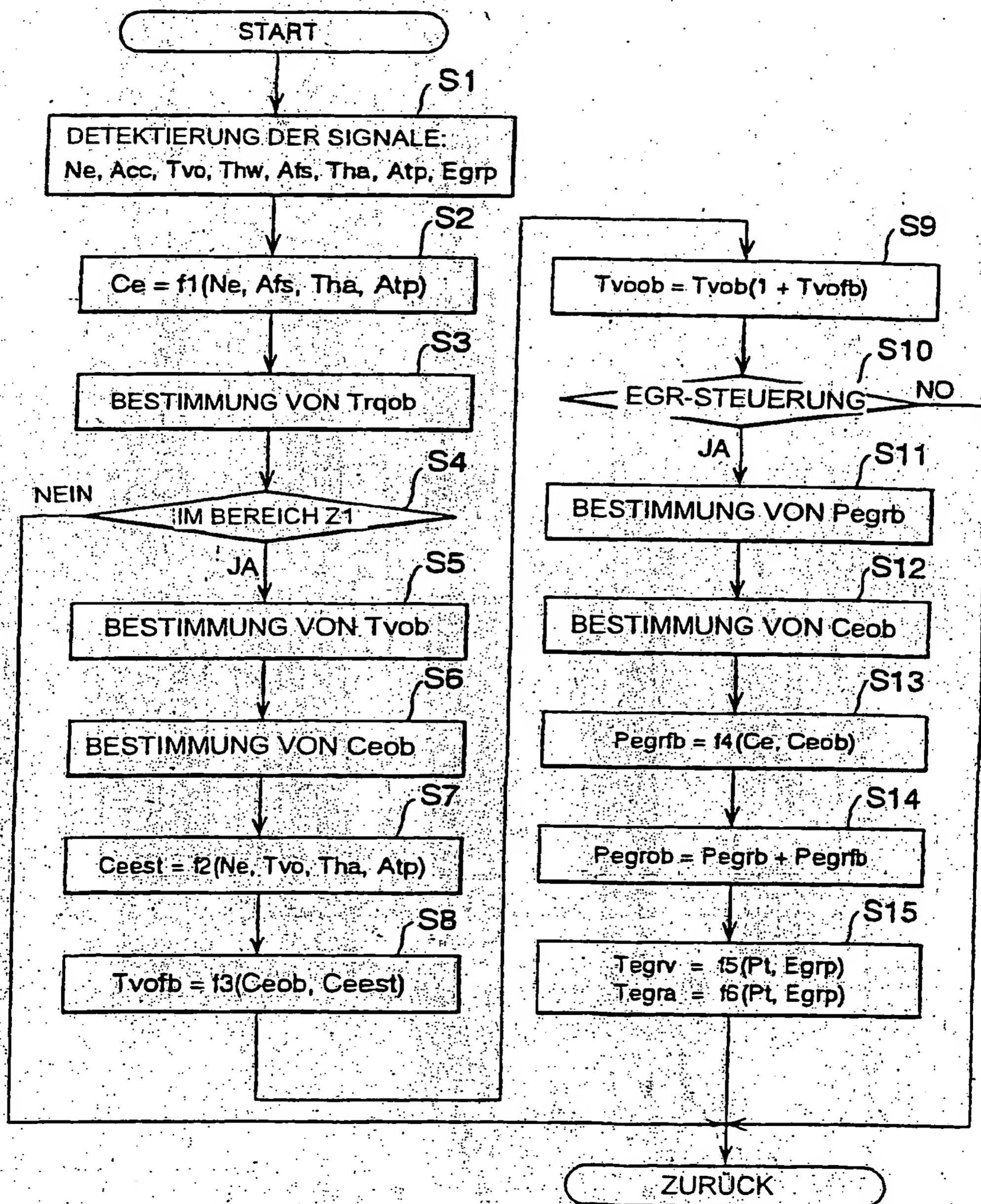


FIG. 5A

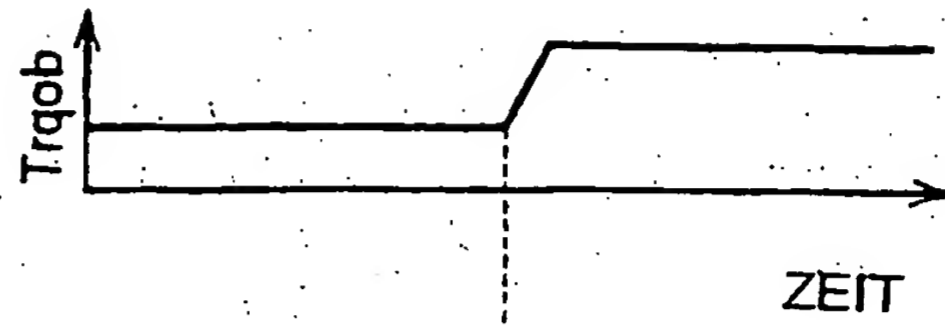


FIG. 5B

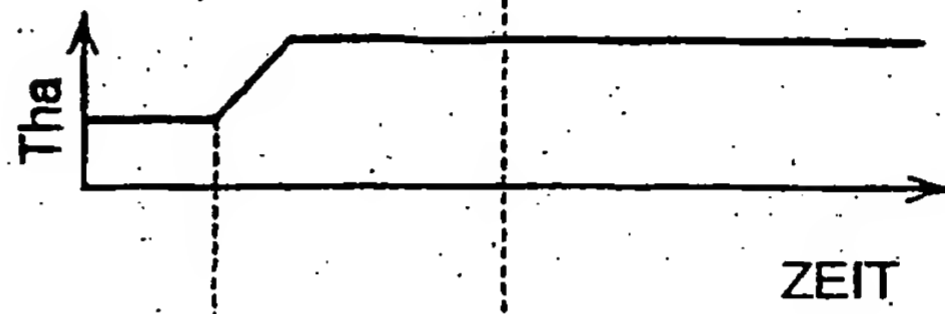


FIG. 5C

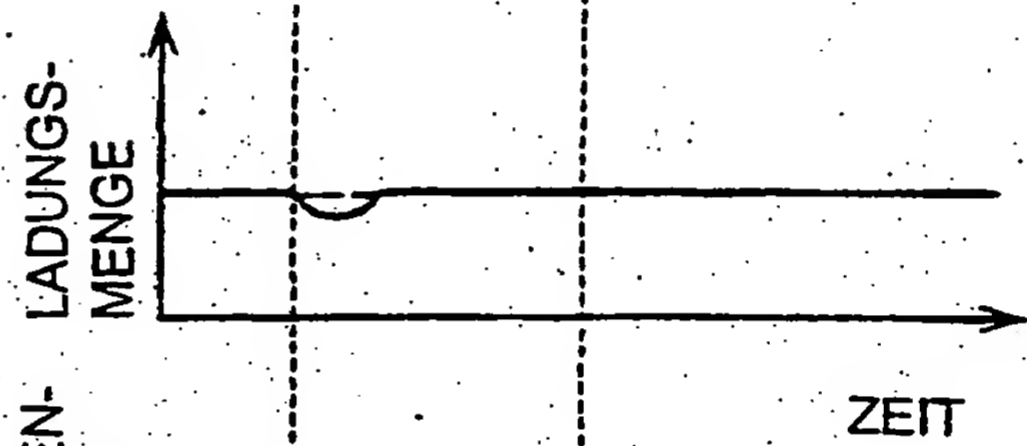


FIG. 5D

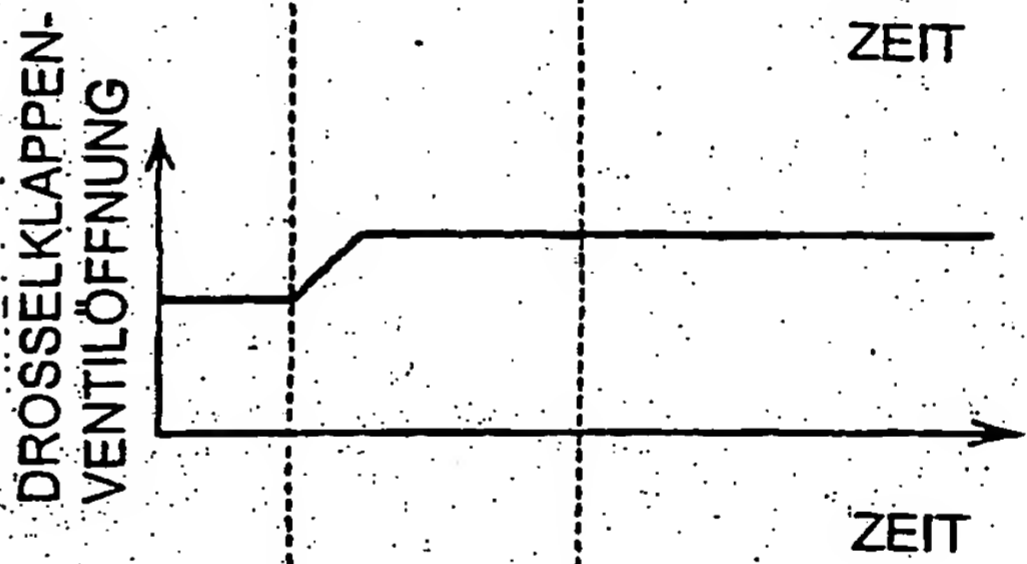


FIG. 5E

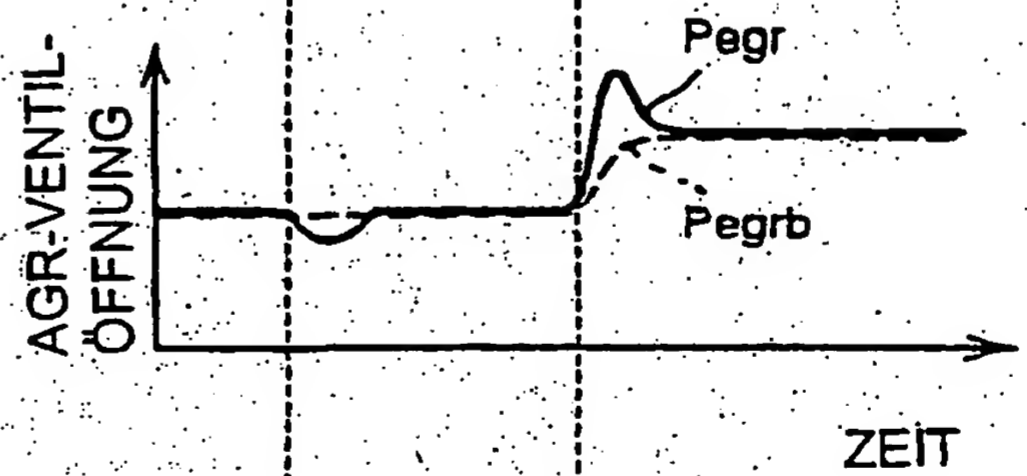
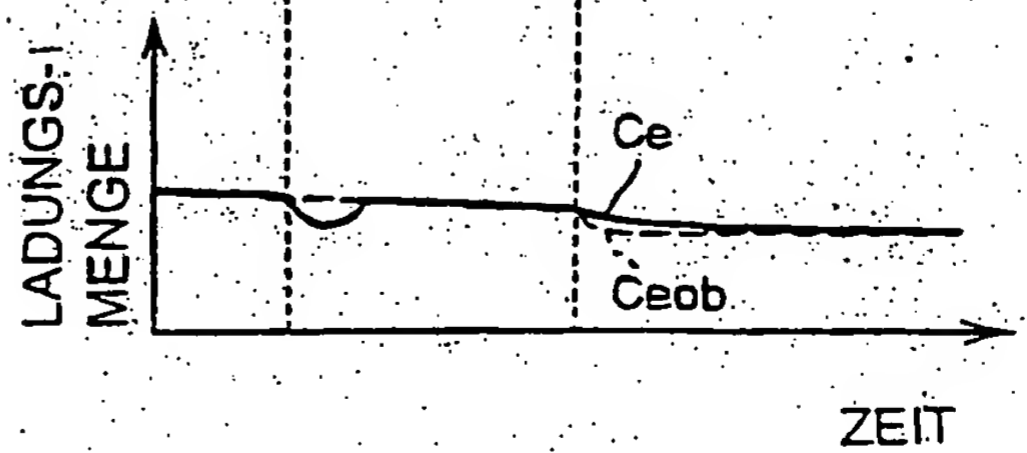


FIG. 5F



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.